



# PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES DES BATIMENTS BIOSOURCÉS

## ENVIRONMENTAL PERFORMANCES OF BIO-BASED BUILDINGS

Le potentiel environnemental des solutions biosourcées est prometteur. Bien qu'une solution unique, présentant un bénéfice sur l'ensemble des critères environnementaux, ne soit pas réaliste, la mise en œuvre de matériaux biosourcés peut permettre de limiter les émissions de gaz à effet de serre grâce au stockage de carbone pendant toute leur période d'utilisation. Egalement, leur composition à base de matières issues de la biomasse en alternative à des matières fossiles, permet de limiter l'épuisement des ressources. Enfin, en utilisant des matériaux biosourcés, les faibles besoins en énergie grise pour leur fabrication peuvent mener à un bilan avantageux en énergie non renouvelable sur l'ensemble du cycle de vie. Cette étude permet de comprendre davantage les performances environnementales de ce type de construction, d'en identifier les paramètres déterminants constituant des leviers d'action (à l'échelle matériau, système et bâtiment) et d'améliorer les connaissances sur les ordres de grandeur des performances environnementales de ces constructions.

The environmental potential of bio-based solutions is promising. Although a single solution, with a benefit on all environmental impacts, is not realistic, the use of bio-based materials can limit greenhouse gas emissions through carbon storage throughout their period use. Also, their composition based on biomass as an alternative to fossil materials, limits the resources depletion. Finally, by using bio-based materials, the low embodied energy needs for their manufacture can lead to an advantageous non-renewable energy balance over the entire life cycle. This project allows to understand more the environmental performance of this type of construction, to determine the key parameters constituting action levers (at different scales: material, system and building) and to improve the knowledge about the environmental performance of these buildings



### Projet PEBIOS

Les principaux objectifs des travaux ont été :

- ✓ La proposition de solutions opérationnelles pour promouvoir la réalisation d'ACV de constructions intégrant des matériaux biosourcés aux différentes échelles : matériau, système, bâtiment
- ✓ L'amélioration des connaissances sur les ordres de grandeur des performances environnementales de ces constructions et l'identification des déterminants clés

Les travaux menés ont porté sur la construction neuve, préférentiellement sur le logement collectif et le bâtiment tertiaire, typologies d'intérêt mais encore peu connues en terme de performance environnementale.

### Principaux résultats

#### Résultats à l'échelle matériau

Cette action a permis d'analyser l'influence de différents scénarios de fin de vie, et l'influence des scénarios d'utilisation des matériaux biosourcés en tant que « ressource locale » sur leur performance environnementale. Ces analyses ont porté essentiellement sur les données d'ACV de matériaux biosourcés qui ont été créées dans le cadre du projet ; l'accès aux modélisations sur SIMAPRO et la modification des paramètres sensibles est possible uniquement sur ces données.

Le bilan de l'impact du scénario de transport (approvisionnement matière première et livraison chantier) sur les résultats d'indicateurs environnementaux a été fait au cas par cas. Selon les hypothèses de modélisation choisies et les modules d'ICV utilisés pour les modélisations, le scénario de transport a pu avoir un impact important sur certains indicateurs. On a noté peu d'influence sur les indicateurs d'impacts (Réchauffement climatique, Epuisement des ressources abiotiques, Energie Primaire Non Renouvelable, Consommation d'eau, Déchets dangereux, Déchets non dangereux) pour les produits carton,

liège et fibres de bois. Toutefois, on a remarqué une influence significative (de 30% à 60%) pour les produits CLT, terre crue, chènevotte, enduit chaux-chanvre et bardage douglas.

## Résultats à l'échelle système (macro-composants)

Au total, 40 macro-composants (variantes de macro-composants comprises) ont été retenus de façon à traiter au moins une solution classique et plusieurs solutions biosourcées standards / biosourcées innovantes pour les systèmes « Façades/Toiture/Planchers Bas/Planchers Intermédiaires/Cloisons intermédiaires ».

L'analyse de sensibilité à l'échelle macro-composant a permis d'étudier l'influence de la performance thermique sur le résultat d'ACV. Pour cette tâche, le dimensionnement de 9 macro-composants a été nécessaire pour faire varier la valeur de la résistance thermique R (R-10% / R+10%). L'analyse de sensibilité à cette échelle a nécessité la modélisation des macro-composants sous le logiciel ELODIE du CSTB. Un travail sur les risques de pathologies liées à l'humidité pour les macro-composants innovants a également été proposé.

Pour les macro-composants classiques (façade, toiture ou plancher bas), on constate que passer de R-10% à R+10% n'a pas d'influence sur les indicateurs d'impacts. Pour les macro-composants biosourcés (façade, toiture ou plancher bas), passer de R-10% à R+10% induit une variation des impacts environnementaux d'environ +10% à +20%. Ces résultats ne sont toutefois valables qu'à l'échelle macro-composants et ne peuvent être extrapolés directement à l'échelle bâtiment. Ces résultats doivent aussi être mis en perspective avec les impacts évités par une amélioration de la performance thermique des parois.

## Résultats à l'échelle bâtiment

A partir de la bibliothèque de macro-composants créée sous ELODIE, et des éléments de dimensionnement fourni par TRIBU, les bâtiments à étudier ont été modélisés sous ELODIE. Les résultats permettent d'obtenir un retour d'expérience sur la pratique de l'ACV des bâtiments biosourcés ainsi que des ordres de grandeur de leur performance environnementale (Tableau 1).

Les résultats présentés ne prennent pas en compte le lot VRD. Les seuils E+C- utilisés tiennent compte de la présence ou non de places de parking (modulation Mpark) et le niveau carbone obtenu ne tient pas compte des bénéfices et charges au-delà du cycle de vie du bâtiment qui n'ont pas été calculés dans le cadre du projet.

\*Le bâtiment n°1 est composé à 67% de logements et à 33% de bureaux, il n'est donc pas possible d'établir un niveau « E+C- » unique. Si l'on considérait que le bâtiment était uniquement « logement » il serait C1, s'il était uniquement « bureaux » il serait C2.

Le panel de bâtiment étudié est très diversifié : niveau de label biosourcé allant de 0 à 3, atteinte théorique des niveaux C0 à C2 de l'expérimentation E+C-, logements et bâtiments de bureaux, très gros ouvrages ou bâtiments plus restreints. Cette diversité de l'échantillon entraîne ainsi des résultats variés. Par exemple, il est à noter que le niveau Carbone calculé selon le référentiel E+C- n'est pas forcément en adéquation avec la quantité de biosourcés utilisée dans le projet, et donc le niveau du label

Bâtiment Biosourcé 2013.

On peut considérer que 2 des bâtiments (n°3 et n°4) ne sont pas des bâtiments biosourcés au regard du label Bâtiment Biosourcé, la quantité de biosourcés étant inférieure au niveau 1 du label (18 kg/m<sup>2</sup> de SP). Les 3 autres bâtiments peuvent être considérés comme des bâtiments biosourcés, les quantités de biosourcés étant supérieures au niveau 3 du label (36 kg/m<sup>2</sup> SP). Les bâtiments n°1 et n°5 intègrent des quantités importantes de biosourcés (6 fois environ le niveau 3 du label).

On observe que les indicateurs consommation d'énergie renouvelable, consommation d'eau, déchets dangereux et déchets radioactifs augmentent avec la quantité de biosourcés. En revanche, les indicateurs consommation d'énergie non renouvelable, changement climatique, déchets non dangereux, acidification atmosphérique et formation d'ozone photochimique diminuent avec la quantité de biosourcés intégrés dans le bâtiment. Cette diminution est significative pour l'indicateur changement climatique pour des quantités élevées de biosourcés intégrés.

En conclusion, si l'on veut diminuer de façon significative certains indicateurs d'impact, il semblerait que les quantités de biosourcés intégrées dans le bâtiment doivent être importantes, c'est-à-dire bien au-delà des niveaux les plus élevés du label bâtiment biosourcé. Cette analyse s'appuyant sur un échantillon de 5 bâtiments, nécessiterait d'être affinée et précisée sur un échantillon plus important de bâtiments.

## Perspectives

Des perspectives de travaux complémentaires sont envisagées à l'issue de ce projet, notamment :

- ✓ Les nombreuses données créées seront mises à disposition pour créer de nouvelles données par défaut (MDEGD) dans la base INIES.
- ✓ Le retour d'expérience acquis dans le cadre du projet pourra permettre de faire évoluer le référentiel E+C-.
- ✓ Les résultats seront à mettre en perspective avec l'expérimentation OBEC qui représentera, à terme, un échantillon plus important.
- ✓ Les quarante macro-composants créés pourraient être utilisés pour créer une bibliothèque de macro-composants dans les futures versions d'ELODIE.
- ✓ Le projet a également mis en évidence le fait que certaines caractéristiques environnementales des biosourcés (renouvelabilité, stockage carbone) n'étaient pas visibles. Une méthode de calcul de l'indicateur carbone biogénique (renouvelable) pourrait être développée.

Bâtiment		Bâtiment 2	Bâtiment 1	Bâtiment 5	Bâtiment 3	Bâtiment 4
Type		Logement	Logement (67%) + Bureaux (33%)	Logement	Logement	Bureaux
Surface de plancher	m <sup>2</sup>	666	1 552	1 922	2 441	6 523
Quantité de biosourcé	kg	41 589	339 589	403 330	38 564	71 707
	kg/m <sup>2</sup>	62	219	210	16	11
Niveau label biosourcé 2013		3	3	3	0	0
Energie non renouvelable	MJ/m <sup>2</sup>	14 542	14 988	11 603	15 005	15 807
Energie renouvelable	MJ/m <sup>2</sup>	3 822	5 709	5 549	4 080	3 591
Consommation d'eau	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	14	42	9	13	10
Déchets dangereux	kg/m <sup>2</sup>	150	117	149	189	42
Déchets non dangereux	kg/m <sup>2</sup>	1 462	1 121	1 545	1 722	1 120
Changement climatique	kgéqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	874	788	565	909	832
Carbone stocké**	kg CO <sub>2</sub> /bat	61 768	566 363	668 906	63 047	133 280
	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	93	365	348	26	20
Compacité		2,06	1,38	1,30	1,01	1,78
Part des lots forfaitaires sur le changement climatique		23%	34%	36%	22%	46%
Seuils carbone PCE E+C- (Eges) en kgéqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>		C2<750 C1<800 (avec M <sub>park</sub> = 0)	Logement: C2<750 C1<800 Bureaux : C2<900 C1<1050 (avec M <sub>park</sub> = 0)	C2<750 C1<800 (avec M <sub>park</sub> = 0)	C2<753 C1<803 (avec M <sub>park</sub> = 3)	C2<925 C1<1075 (avec M <sub>park</sub> = 25)
Niveau carbone PCE E+C-		C0	C1*	C2	C0	C2

Tableau 1 : Résultats obtenus pour les 5 bâtiments étudiés

\*\* Calculs complémentaires FCBA, pour information

Etude réalisée en partenariat avec



Avec le soutien financier de



## Contacts

Cécile HUREL • [cecile.hurel@fcba.fr](mailto:cecile.hurel@fcba.fr)

Tél. 05 56 43 63 09

Fabien FILLIT • [fabien.fillit@fcba.fr](mailto:fabien.fillit@fcba.fr)

Tél. 05 56 43 64 21

Gérard DEROUBAIX • [gerard.deroubaix@fcba.fr](mailto:gerard.deroubaix@fcba.fr)

Tél. 01 72 84 97 70



Pôle Environnement Economie Bio-ressources  
10 rue Galilée, 77420 Champs-sur-Marne